Gedruckt mit Unterstützung aus dem Jerome und Margaret Stonborough Fonds

# Über die Keimung und erste Entwicklung der Riemenmistel (*Loranthus europaeus* Jacq.).

Von

Soror Imelda Mayr

(Mit 13 Figuren)

Aus dem Botanischen Institut der Universität Innsbruck

(Vorgelegt in der Sitzung am 3. Mai 1928)

Die Familie der Loranthaceen, welche eine große Anzahl parasitischer Gattungen und Arten umschließt, erweckte schon seit Jahrzehnten das Interesse der Forscher. Doch trotz der großen Zahl von Arbeiten, welche verschiedene Vertreter dieser Familie behandeln, macht sich der Mangel an entwicklungsgeschichtlichen Untersuchungen geltend. Solche wurden von Heinricher[1] an *Arceuthobium Oxycedri*, der Wacholdermistel, und von Löffler[2] an unserer bekannten Mistel, *Viscum album*, vorgenommen. Die Verschiedenheit in der Entwicklung dieser beiden systematisch nahestehenden Parasiten läßt es angezeigt erscheinen, entwicklungsgeschichtliche Studien an einer größeren Anzahl von Vertretern der Loranthaceen vorzunehmen. Daher wurde mir von meinem verehrten Lehrer, Institutsvorstand Prof. Dr. E. Heinricher, die Aufgabe gestellt, Keimung und Entwicklung von *Loranthus europaeus*, der Eichen- oder Riemenmistel, zu untersuchen.[3]

Prof. Peyritsch, der Vorgänger Prof. Heinricher's an der Universität in Innsbruck, dürfte der erste gewesen sein, dem die Aufzucht von Pflanzen der Eichenmistel glückte. Eine aus dem alten botanischen Garten in den neuen übersiedelte Eiche trug bis in den Anfang der zwanziger Jahre lebende Mistelbüsche und gab

---

[1] »Keimung und Entwicklungsgeschichte der Wacholdermistel, *Arceuthobium Oxycedri*, auf Grund durchgeführter Kulturen geschildert.« Sitzungsberichte der Wiener Akademie, mathem.-naturw. Kl., Bd. 124, Abt. I, 1915.

»Das Absorptionssystem der Wacholdermistel (*Arceuthobium Oxycedri* [D. C.] M. B.) mit besonderer Berücksichtigung seiner Entwicklung und Leistung.« Ebenda, Bd. 132, Abt. I, 1923.

[2] »Beiträge zur Entwicklungsgeschichte der weiblichen Blüte, der Beere und des ersten Saugorgans der Mistel (*Viscum album* L.). Tharandter forstl. Jahrbuch, *74*, 1923.

[3] Einige Studien über die Keimung von *Loranthus europaeus* finden sich in Sperlich's Arbeit: »Die Absorptionsorgane der parasitischen Samenpflanzen.« Linsbauer: »Handbuch der Pflanzenanatomie«, Abt II, 2. Teil, C, 1925. Da aber das Ergebnis dieser Untersuchungen ausschließlich über Dunkelkulturen berichtet, war eine neuerliche eingehende Arbeit über diesen Gegenstand gewiß wünschenswert.

© Verlag Akademie der Wissenschaften Wien; download unter www.biologiezentrum.at

so von den wohlgelungenen Aufzuchten Zeugnis. Weitere gute Erfolge erzielte Heinricher an einer Reihe von Loranthuskulturen.[1]

Um meine Aufgabe ausführen zu können, verschaffte ich mir in einer Reihe von Keimungsversuchen geeignetes Material.[2] Zur Untersuchung gelangten Hand- und Mikrotomschnitte von ungekeimten Früchten und keimenden Samen. Für Kernfärbung erwies sich Pikrokarmin (neu)[3] vorteilhaft. Zur Färbung von Membranen benutzte ich Kernschwarz und Hämatoxylin. Für die Hilfe bei Ermittlung der Literatur sowie das Interesse und die Förderung spreche ich Prof. Heinricher meinen besten Dank aus. Auch der wissenschaftlichen Hilfskraft des Institutes, Frl. Bucek, die unter meiner Leitung die Zeichnungen anfertigte, möchte ich an dieser Stelle danken.

## 1. Frucht, Beere und Same.

*Loranthus europaeus*, welcher in seiner natürlichen Verbreitung mehr auf den Süden Europas beschränkt ist, besiedelt mit Vorliebe *Quercus cerris* und *Quercus robur*.[4] Außer Quercus ist auch Castanea[5] als Wirtspflanze bekannt. Die Beere, welche auf Grund ihrer Entwicklung als Scheinfrucht bezeichnet wird, ist im reifen Zustand hellgelb. (Reifezeit: Mitte bis Ende November.) Der schematische Medianschnitt durch die Beere (Fig. 1) gibt über die einzelnen Schichten derselben sowie über Frucht- und Samenverhältnisse Aufschluß. Die entwicklungsgeschichtlichen Studien an der Beere von *Loranthus europaeus* gehen auf Hofmeister[6] zurück. Nach seinen Beobachtungen ist die Samenanlage auf eine nackte Samenknospe reduziert, wie Treub[7] dies auch für *Loranthus*

---

[1] Nähere Angaben hierüber finden sich in Heinricher's Arbeiten: »Methoden der Aufzucht und Kultur der parasitischen Samenpflanzen.« Abderhalden, Handbuch der biologischen Arbeitsmethoden. 1922, Abt. 11, 2, Wien, Leipzig.

»Über die Anschlußverhältnisse der Loranthoideae an die Wirte und die verschiedenartigen Wucherungen (Rosenbildungen), die dabei gebildet werden.« Botanisches Archiv (Königsberg), Bd. 15, Heft 5 und 6, 1926.

[2] Über Ansuchen Prof. Heinrichers sandte Privatdozent der Botanik Dr. Fr. Frimmel Loranthusbeeren aus Eisgrub in Mähren, wofür ich meinen besten Dank ausspreche.

[3] Siehe Verzeichnis Grübler, Ausgabe M 5, 1926.

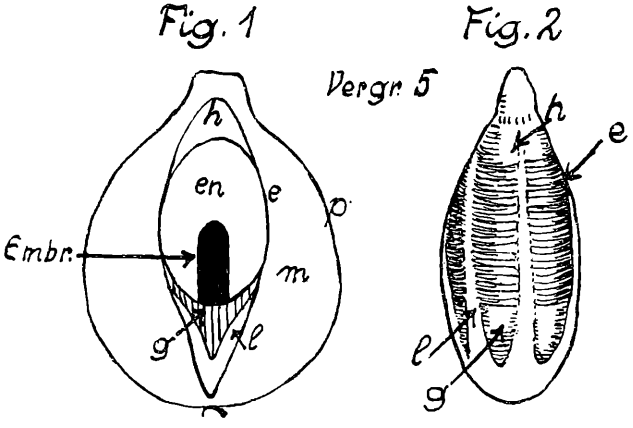
[4] Im hiesigen botanischen Garten kam *Loranthus europaeus* auch auf *Quercus sessiliflora* und *Quercus tomentosa* zur Entwicklung.

[5] Das botanische Institut in Innsbruck erhielt von Dr. Jul. Gayer, Gerichtsrat und Privatdozent der Botanik an der Universität Szombathely, eine photographische Abbildung eines Loranthusbusches, welcher auf *Castanea vesca* parasitiert.

[6] »Neue Beiträge zur Kenntnis der Embryobildung der Phanerogamen.« Abhandlungen der königlich sächsischen Gesellschaft der Wissenschaften, mathem. physik. Kl., Bd. 4, 1859.

[7] »Observations sur les Loranthacees.« Annales du Jardin Botanique de Buitenzorg. Vol. II, 1885.

*sphaerocarpus* erwiesen hat. Nach Josts[1] Vermutung dürfte aber die Reduktion bei *Loranthus europaeus* noch weiter vorgeschritten sein. Wie bei *Loranthus pentandrus*[2] sollen sich auch bei *Loranthus europaeus* die Embryosäcke direkt in der Plazenta bilden. Genaue Nachuntersuchungen der Ergebnisse Hofmeisters liegen aber nicht vor.[3] Im Embryosack entwickelt sich der Embryo (Fig. 1, Embr.) und das Endosperm (*en*). Nur diese beiden bilden den eigentlichen, stets länglichen Samen (Fig. 2). Er ist von einer häutigen Hülle (*e*) umgeben, welche am plumularen Pol stärker ausgebildet ist und dort hütchenartig dem Samen aufsitzt (*h*).[4] Dieser Teil erhält durch Zellen mit schwach verholzten Zellwänden eine größere Resistenz und bleibt auch während der Keimung schützend auf dem Endosperm. Hofmeister geht nicht näher weder auf die Bildung dieser Hülle noch auf später zu besprechende Schichten ein, sondern




sagt nur allgemein: »Während des Heranwachsens des Endosperms sind die Zellen der ihm angrenzenden Gewebe des Fruchtknotens in lebhafter Vermehrung begriffen.«[5] Nach Treubs[6] Untersuchungen

---

[1] »Zur Kenntnis der Blütenentwicklung der Mistel.« Botanische Zeitung, 46. Jahrg., 1888, p. 366.

[2] Treub: »Observations sur les Loranthacees.« Annales du Jardin Botanique de Buitenzorg. Vol. III, 1883.

[3] Der extreme Fall der Reduktion des Loranthaceengynäceums findet sich schließlich bei *Viscum album* und *Viscum articulatum*, indem nicht einmal mehr eine eigentliche Placenta zum Vorschein kommt, sondern die Embryosäcke direkt im Gewebe der Achse entstehen.

[4] York H. (»The Anatomie and some of the Biological Aspects of the ‚American Mistletoe' *Phoradendron flavescens* Nutt.« 1909. Bull. of the University of Texas. n. 120) fand bei *Phoradendron flavescens* auch eine derartige Kappe, doch ist bemerkenswert, daß sie diesem Samen am entgegengesetzten Pol wie bei *Loranthus europaeus*, also am Radikularende aufliegt.

[5] A. a. O. p. 545.

[6] Treub's Ergebnisse finden sich zusammengefaßt bei A. Engler: »Die natürlichen Pflanzenfamilien« 2. Teil, p. 174, Leipzig 1889.

© Verlag Akademie der Wissenschaften Wien; download unter www.biologiezentrum.at

an verschiedenen Loranthaceen geht diese Schichte aus Karpellgewebe hervor und gehört mithin nicht zum eigentlichen Samen. Sie wird als Endokarp bezeichnet. Dem Radikularende des Embryo ist eine braune gelatinöse Masse (Fig. 1 und 2, *g*)[1] vorgelagert; zarte Leisten (*l*), unten breiter, nach oben sich verschmälernd, scheiden diese von der Viscinschicht (*m*). Die gelatinöse Masse liegt nicht direkt dem Samen auf, da das Endokarp trennend dazwischentritt. Sie ist hauptsächlich für das dauernde Haften des Samens am Wirt von Bedeutung, da sie nicht rasch eintrocknet und sich den Unebenheiten des Substrates gut anpaßt. Über die gelatinöse Schichte und die zarten Leisten finden sich in den Untersuchungen von Hofmeister[2] an *Loranthus europaeus* und in denen von Treub[3] an anderen Loranthusarten keine Angaben. Da sie außerhalb des Endokarps liegen, gehören sie nicht mehr zum eigentlichen Samen. Es ist zu vermuten, daß Endokarp (*e*), gelatinöse Masse (*g*) und Leisten (*l*) aus Karpellgewebe hervorgegangen sind. Daher bezeichne ich diese Teile samt dem umschlossenen Endosperm und Embryo als Frucht. Da sie bei *Loranthus europaeus* nur einen Embryo enthält, kann sie in diesem Fall auch kurzweg als Same angesprochen werden. Sie ist von einer mächtigen Schleimschichte (*m*) umgeben, welche nach außen von einem parenchymatischen Gewebe (*p*) eingeschlossen ist. Die außen liegende Membran der oberflächlichen Zellage ist mit einer kräftigen Cuticula schützend bedeckt und daher als Epidermis anzusprechen. Die Schleimschichte ist eine durchaus homogene Masse mit eingelagerten, stark lichtbrechenden, tröpfchenartigen Fettsubstanzen. Nach Tomann's[4] Untersuchungen handelt es sich bei *Loranthus europaeus* durchgehend um Pektoseschleim. Die Zelluloseschicht, welche sich bei *Viscum album* findet, ist wohl durch das oben genannte parenchymatische Gewebe vertreten. Einen eigenen Öffnungsmechanismus besitzen die Beeren nicht. Meist werden sie durch Vögel geöffnet, worauf der austretende klebrige Schleim, beim Abstreifen der Frucht an den Zweigen, das erste Anhaften an den Wirt bewirkt. Über den näheren Bau des Samens klärt Fig. 3, ein Längsschnitt durch denselben, auf. Der ruhende Embryo (*em*) ist von einer mächtigen Endospermhülle (*en*) umgeben. Das Nährgewebe besteht aus großzelligem Parenchym, nur die äußerste Schichte ist kleinzellig. Etwas abweichend von den übrigen Endospermzellen sind auch die an den Embryo grenzenden gebaut. Sie sind zarter als die übrigen und zerreißen daher

---

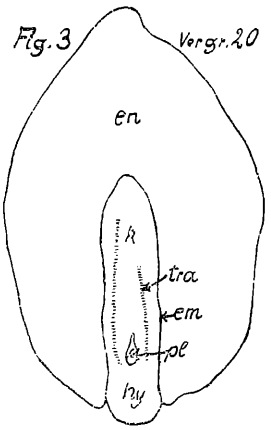
[1] Um das Endokarp in Fig. 2 und vor allem die Leisten deutlich hervorzuheben, ist der zwischen diesen befindliche Teil des Endokarps vollständig schraffiert gezeichnet. Die Leisten blieben hell, um sie deutlich hervorzuheben.

[2] A. a. O.

[3] Engler, a. a. O.

[4] »Vergleichende Untersuchung über die Beschaffenheit des Fruchtfleisches von *Viscum album* und *Loranthus europaeus* und dessen biologische Bedeutung.« Sitzungsberichte der Wiener Akademie, mathem.-naturw. Kl., Abt. I, *115*, 1926.

beim Schneiden leicht. Mit Ausnahme dieser Grenzzellen ist das Endosperm reich an Stärke, Eiweiß und Öl. Auch Chlorophyll ist in einer Anzahl von Zellen enthalten. Wie ich nachwies,[1] krystallisiert das Eiweiß bei Konservierung der Beeren oder Samen in Alkohol leicht aus. Die genannten Nährstoffe werden vom keimenden Embryo während seiner Entwicklung aufgebraucht. Der Hypokotyl (*hy*) und die bis auf einen kleinen Spalt verwachsenen Kotyledonen (*k*)[2 3] führen reichlich Chlorophyll. Dieses hat im Hypokotyl, besonders wenn er das Endosperm verlassen hat, sicherlich Bedeutung für die Assimilation. Fraglicher scheint dies bezüglich der Kotyledonen zu sein, da sie zeitlebens im Endosperm verbleiben und zunächst zur Speicherung, dann als Haustorium dienen, schließlich aber zugleich mit dem ausgesogenen Endosperm und dem Endokarp abgeworfen werden. Soweit Angaben vorliegen, kommt es allgemein bei Loranthaceen zu keiner Entfaltung der Kotyledonen. Es klingt daher die Angabe Heils[4] etwas befremdend, daß bei Struthanthus die Kotyledonen das Nährgewebe verlassen und sich zu wohl ausgebildeten, ausgebreiteten Keimblättchen entfalten. Die von Heil in Abbildung vorgeführten Keimlinge erwecken wohl den Anschein, es handle sich um die Kotyledonen, doch kann es sehr wohl auch das erste Laubblattpaar sein. Es wäre notwendig, den Nachweis zu führen, daß tatsächlich im Samen kein Rest von den Kotyledonen nachweisbar bleibt. Eine Verwechslung in angedeuteter Weise erscheint um so leichter, als einige Struthanthusarten allgemein, einige nur in den unteren Sproßabschnitten paarige Blattstellung haben.[5] In Heinricher's[6] Arbeit »Der Kampf zwischen Mistel und Birnbaum« findet sich die Abbildung eines Mistelkeimlings auf einem Birnbaumast, T. I, Fig. 7, die ebenfalls den Anschein erweckt, als hätte der Keimling die Kotyledonen entfaltet und doch handelt es sich




[1] »Über freie Eiweißkrystalle im Endosperm der Samen von *Loranthus europaeus*.« Sitzungsberichte der Akademie der Wissenschaften, Wien, mathem.-naturw. Kl, Abt. I, *135*, 9, 1926.

Vgl. Hofmeister: a. O. Tafel IV, Fig. 10.

Bei *Loranthus sphaerocarpus* sind im Gegensatz zu *Loranthus europaeus* die Spitzen der beiden Kotyledonen deutlich getrennt.

Treub: O., Tafel XIV, Fig. J. 15, Fig. 6, 7.

[4] »Haustorialstudien an Struthanthusarten.« Flora, Bd. 121, Heft 1, 1926, p. 64.

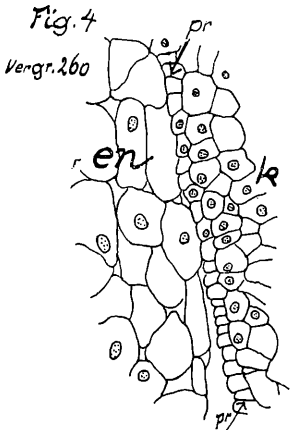
[5] Martius: »Flora Brasiliensis« Vol. V, Pars II, 1866/68.

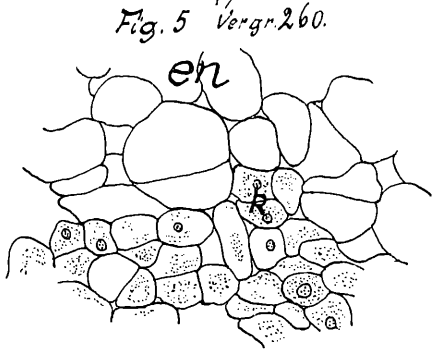
[6] Denkschriften der Wiener Akademie, mathem.-naturw. Kl., Abt. I, *93*, 1916.

© Verlag Akademie der Wissenschaften Wien; download unter www.biologiezentrum.at

um das erste Laubblattpaar. Ein Hervortreten der ganz rudimentär bleibenden Keimblätter fand auch Heinricher[1] ausnahmsweise bei *Arceuthobium Oxycedri*; doch kann der Embryo dieses Parasiten nicht ohne weiteres mit dem der übrigen Loranthaceen in Parallele gestellt werden, da er nur als Infektionsorgan dient und nach Erfüllung dieser Aufgabe, ohne daß sich die Plumula zum Sproß entwickelte, abstirbt.

Die Zellen des Embryo von *Loranthus europaeus* unterscheiden sich durch ihre Kleinheit deutlich von dem großzelligen Parenchym des Endosperms. Die Außenwände der protodermalen Zellage (Fig. 4, *pr*) der Kotyledonen des Keimlings schließen dicht an das angrenzende Endosperm an. An der Spitze der Kotyledonen verlieren die äußersten Zellreihen ihren protodermalen Charakter (Fig. 5, *k*).[2] Die Zellen springen unregelmäßig in das Endosperm (*en*) vor; dies spricht für die gesteigerte haustoriale Tätigkeit der Kotyledonenspitzen. Auch Mac Luckie[3] fand bei *Loranthus celastroides* diesen innigen Kontakt der Kotyledonen mit dem Nährgewebe, gibt aber an, daß die Randzellen der Keimblätter Drüsencharakter haben, was für *Loranthus europaeus* nicht gilt.[4] Am Radikularende des Keimlings von *Loranthus europaeus* findet sich schon am ruhenden Embryo häufig ein durch Desorganisation peripherer Zellen entstandenes Gewebeloch, auf das ich in den jetzt folgenden Ausführungen bei Besprechung der Entwicklung des Saugorgans noch zurückkommen werde.




---

[1] A. a. O.: T. II, Fig. 4 (»Keimung und Entwicklungsgeschichte der Wacholdermistel«).

[2] In den Zellen der Kotyledonen (*k*) ist der Inhalt angedeutet, die des Endosperms (*en*) erscheinen in der Zeichnung zur leichteren Orientierung leer.

[3] »A Contribution to the Physiology of the Loranthaceae of New South-Wales. Studies in Parasitism.« The Bot. Gaz., 75, 1923.

[4] Auch im übrigen hat der Same von *Loranthus celastroides* keine große Ähnlichkeit mit dem von *Loranthus europaeus*. Der Embryo des letzteren ist relativ

## 2. Die Keimung und die erste Entwicklung des Haustoriums.

Um eine genaue Untersuchung der Entwicklung des Haustoriums zu ermöglichen und ferner um über die Faktoren, welche die Keimung beeinflussen, weiteren Einblick zu erlangen, machte ich im Frühjahr und Herbst 1926 mannigfach variierte Aussaaten von Loranthussamen. Da sich aus der Mitteilung des Verlaufes dieser Versuche die günstigen, respektive ungünstigen Keimungsbedingungen ohne weiteres ergeben, so lasse ich hier kurz die Anordnung und das Ergebnis der Versuchsreihen folgen.

Im Frühjahr 1926 verliefen die Versuche teils im Freiland, teils in einem normal geheizten, teils in einem ungeheizten Raum. Am 1. Februar kamen frische Loranthusbeeren aus Eisgrub in Mähren an. 60 davon wurden am 2. Februar entschleimt und auf zwei Fichtenbrettchen ausgelegt, die in verschlossenen Präparatenzylindern, deren Boden ständig mit Wasser bedeckt war, senkrecht aufgestellt wurden. Ein Zylinder kam unter einen Dunkelsturz. Die Temperatur des Versuchsraumes war durchschnittlich 16° C. Am 15. Februar erfolgte die Aussaat von weiteren zehn Samen auf tiefere Zweige einer größeren Eiche (*Qu. sessiliflora*) des botanischen Gartens. Am 26. Februar versah ich ganz junge Zweige einer kurz vorher umgepflanzten, etwa $1^1/_2$ *m* hohen Eiche mit 50 Samen. Die Beeren sahen zu dieser Zeit schon geschrumpft aus und wurden bald hernach infolge Schneefalls abgeschwemmt, so daß die Aussaat wiederholt werden mußte. Schließlich war als Parallelversuch zu den Brettchenkulturen im geheizten Zimmer ein mit 30 möglichst schleimfreien Samen belegtes Brettchen in einem ebenfalls gedeckten Glasgefäß in einem ungeheizten Raum aufgestellt (Aussaat 28. Februar).

Das Ergebnis dieser Versuche war nicht gut. Die Brettchenkulturen im geheizten Zimmer litten unter starker Verpilzung und Bakterienbefall. Von den 30 verdunkelten Samen keimten nur 2, von den 30 im Licht gezogenen hingegen 5. Die Brettchenkultur im kühlen Raum war wenig von Pilzen befallen und ließ ein gutes Resultat erwarten; doch wurde die ganze Versuchsanordnung während meiner Abwesenheit durch ein Versehen beseitigt. Auch die im Freiland ausgelegten Samen zeigten keine Verpilzung. An der großen Eiche keimten von 10 Samen 5. Einer der Keimlinge drang bis Herbst 1926 in die Wirtsrinde ein, hatte aber das Holz nicht erreicht. An der kleinen Eiche keimten kaum 5%, nur ein

---

bedeutend größer als der von *Loranthus celastroides*; er nimmt etwa zwei Drittel der Samenlänge ein, der von *Loranthus celastroides* aber nur ein Drittel. Auch sind im Gegensatz zu diesem am ruhenden Keimling von *Loranthus europaeus* schon deutlich Hypokotyl und Kotyledonen zu unterscheiden. Andererseits dürfte erwähnenswert sein, daß sich auch bei *Loranthus celastroides* die oben erwähnte gelatinöse Zone findet, doch ist sie viel mächtiger und legt sich fast ganz um den Samen.

© Verlag Akademie der Wissenschaften Wien; download unter www.biologiezentrum.at

Keimling drang in den Wirt. Dieser erreichte bis zum Herbst das Wirtsholz.[1] Der Grund des Mißerfolges der Aussaat auf dieser Eiche mag wohl darin liegen, daß die Loranthusbeeren zur Zeit der zweiten Aussaat stark eingetrocknet waren.

Die ungenügende Anzahl der Keimlinge der ersten Versuchsreihe machte eine zweite Aussaat notwendig. Am 18. November 1926 traf eine Sendung Loranthusbeeren ein. Da die Samen von *Loranthus europaeus* Mitte November zu reifen beginnen, kamen diesmal eben gereifte zur Aussaat. Die Versuchsanordnung war folgende:

Eine unverdunkelte Brettchenkultur im geheizten Zimmer, eine im südlichen Versuchsgewächshaus des Institutes; beide ausgeführt wie in der ersten Versuchsreihe. Weitere Versuche wurden an ganz jungen, 30 bis 40 *cm* hohen Eichen vorgenommen, die aus dem Freiland geholt und in Blumentöpfe übersetzt worden waren. Vier Versuchsbäumchen mit 24 Samen wurden im Südhaus aufgestellt. Die Temperaturschwankungen in diesem Experimentierraum waren sehr groß. Das Tagesmaximum stieg manchmal auf 45° C, bei Nacht dagegen sank die Temperatur ausnahmsweise sogar unter 0°, doch wurden während solcher Nächte die Eichen in einen temperierten Raum überstellt. Bei trübem Wetter herrschte eine Temperatur von 25° C. Die relative Feuchtigkeit schwankte zwischen 44 bis 55%. Drei kleine Versuchseichen mit 12 Samen überwinterten in einem nach Norden gelegenen Gewächshaus des Institutes. Die mittlere Temperatur betrug dort 6 bis 8° C. Die Samen wurden vor dem Ankleben an den Wirt teils möglichst vom Schleim befreit, teils mit demselben belassen.

Wieder waren es Pilze und Bakterien, welche die Brettchenkulturen verheerten und die Keimung beeinträchtigten. Im Südhaus kamen von 25 Samen drei, und zwar entschleimte, zur Keimung; einer davon war ganz vor Verpilzung verschont geblieben, die beiden andern nur wenig davon ergriffen. Im Zimmer verpilzten sämtliche ausgelegte Samen, zwei davon keimten aber dennoch. Gute Ergebnisse wurden an den kleinen Eichen erzielt. Im Südhaus erfolgte die erste Keimung schon am 4. Jänner 1927, fünf weitere am 10. Jänner. Von 24 Samen keimten im ganzen 22, also über 80%. Im Nordhaus konnte ich erst am 4. März die erste Keimung feststellen. Bis Ende März hatten dort sämtliche Samen gekeimt.

## Einfluß äußerer Faktoren auf Keimung und Samenruhe.

Aus den Erfolgen, beziehungsweise Mißerfolgen der angeführten Versuche glaube ich einige Schlüsse, welche den Einfluß äußerer Faktoren auf die Keimung betreffen, ziehen zu können. Bezüglich der Aussaat im Freiland ist, wie auch Heinricher[2] für *Viscum album* angibt, möglichst dafür zu sorgen, daß das Auslegen

[1] Fig. 13 zeigt einen medianen Längsschnitt durch diesen Keimling.

[2] A. a. O. p. 315 (Methoden der Aufzucht).

der Samen bei schöner, auf Bestand hinweisender Witterung vorgenommen werde, damit der Schleim rasch eintrockne und so die Samen fest haften. Zur Aussaat sind möglichst frische Beeren zu verwenden. Stärker geschrumpfte geben schlechte Keimerfolge, vermutlich infolge stofflicher Umsetzungen, welche die Lebenskraft des Embryo schwächen.

Von großem Einfluß auf den Eintritt der Keimung ist offenbar die Temperatur. Es sei daran erinnert, daß an den Eichen im Süd- und Nordhaus — zugleich auch an einer kleinen Eiche im Freiland — Samen ausgelegt wurden (Aussaat 22. November). Im stark besonnten, warmen Südhaus erfolgte die erste Keimung bereits am 4. Jänner,[1] im bedeutend kühleren Nordhaus am 4. März, im Freiland gar erst Mitte März. Hohe Temperatur kürzt also die Samenruhe stark ab. Da nun trotz der starken Temperaturschwankungen im Südhaus eine so wesentliche Abkürzung der im Freien herrschenden Samenruhe erzielt wurde, ist wohl mit einiger Wahrscheinlichkeit zu vermuten, daß die Keimung der *Loranthus*-Samen bei stetig optimaler Temperatur und vielleicht bei gleichzeitig konstanter Beleuchtung wie die der Samen von *Viscum* eine weitere wesentliche Beschleunigung erfahren würde, ja daß auch den Samen von *Loranthus europaeus*, wie dies Heinricher[2] für *Viscum album* feststellte, eine wahre, erblich innewohnende Ruheperiode ganz fehlt. Die optimale Temperatur für die Keimung von *Loranthus*-Samen dürfte ähnlich wie für *Viscum album*[3] bei 22° C. liegen. Eine höhere schädigt die *Loranthus*-Keimlinge im Gegensatz zu denen von *Viscum*[4] nicht; trotz der Maximaltemperatur von 45° C. konnte ich keine Beeinträchtigung der Keimung wahrnehmen.

Große Feuchtigkeit, besonders wenn sie mit hohen Temperaturen Hand in Hand geht, dürfte den Samen von *Loranthus europaeus* eher schaden als nützen. Doch bin ich der Ansicht Heinricher's,[5] der für *Viscum album* angibt, daß die schädliche Wirkung eine indirekte sei, indem nämlich durch das Zusammenwirken beider Faktoren das Wachstum von Pilzen und Bakterien gefördert wird und diese dann zerstörend auf den Samen wirken. Die Brettchenkulturen im Südhaus, bei denen Wärme und Feuchtigkeit einen hohen Grad erreichten, zeigten keineswegs eine frühere Keimung wie die Samen an den Eichen des

[1] Es war auch Wiesner möglich, an *Loranthus*-Samen bei einer zwischen 15° und 22° C. schwankenden Temperatur Mitte Jänner Keimungen zu erzielen (»Über die Ruheperiode und über einige Keimungsbedingungen der Samen von *Viscum album*«. Sonderdruck aus den Berichten der Deutschen Bot. Ges., Bd. 15, H. 10, p. 513. 1897).

[2] »Über den Mangel einer durch innere Bedingungen bewirkten Ruheperiode bei den Samen der Mistel *(Viscum album)*«, Sitzungsber. d. Wiener Akad., math.-nat. Kl., 1. Abt., Bd. 125, 1916.

[3] Heinricher, O., p. 318 (»Methoden der Aufzucht«).

[4] Dasselbe.

[5] »Samenreife und Samenruhe der Mistel (*Viscum album* L.) und die Umstände, welche die Keimung beeinflussen«, Sitzungsber. d. Wiener Akad., math.-nat. Kl., 1. Abt., 121, p. 24, 1912.

© Verlag Akademie der Wissenschaften; download unter www.biologiezentrum.at

gleichen Raumes; dagegen waren fast alle stark von Pilzen befallen, während die Samen an den Eichen völlig frei davon waren.

Lichtverhältnisse. Bezüglich der Lichtverhältnisse fand schon Wiesner,[1] daß die Samen auch bei vollständiger Dunkelheit zu keimen vermögen. Versuche von Sperlich[2] und mir bestätigten diese Beobachtung. Der Lichtentzug dürfte aber doch nicht ohne Einfluß auf die Keimung sein und eher nachteilig auf diese wirken. Von 30 Samen (Brettchenkultur, erste Versuchsreihe) keimten im Dunkeln nur zwei, während in der parallel verlaufenden Lichtkultur die Keimung bei fünf eintrat. Auch war der aus dem Samen getretene Hypokotyl von einem der beiden gekeimten Samen der Dunkelkultur stark desorganisiert.

Wirkung des Schleimes. Wiesner[3] hält es ferner für die Erzielung eines günstigen Resultates für sehr angezeigt, den Schleim vom Samen möglichst zu entfernen. Für *Viscum* bestätigen dies Heinricher's[4] Versuche insofern, als dadurch Verpilzung und Bakterienentwicklung wesentlich abgewehrt werden und so der Beginn der Keimung gut verfolgbar ist. Hingegen widerlegte Heinricher[5] die Ansicht Wiesner's,[6] daß im Mistelschleim Hemmungsstoffe, die eine direkte schädigende Wirkung des Mistelschleimes auf die Keimung zur Folge haben, vorhanden seien. Für *Loranthus europaeus* ergaben meine Beobachtungen, daß weder an den Eichen im Nord- noch im Südhaus ein Unterschied bezüglich der Keimung zwischen entschleimten und nicht entschleimten Samen zu bemerken war, woraus hervorgeht, daß auch der Schleim der Beeren von *Loranthus europaeus* keine direkte schädigende Wirkung auf die Keimung ausübt.

## Beschreibung der Keimung.

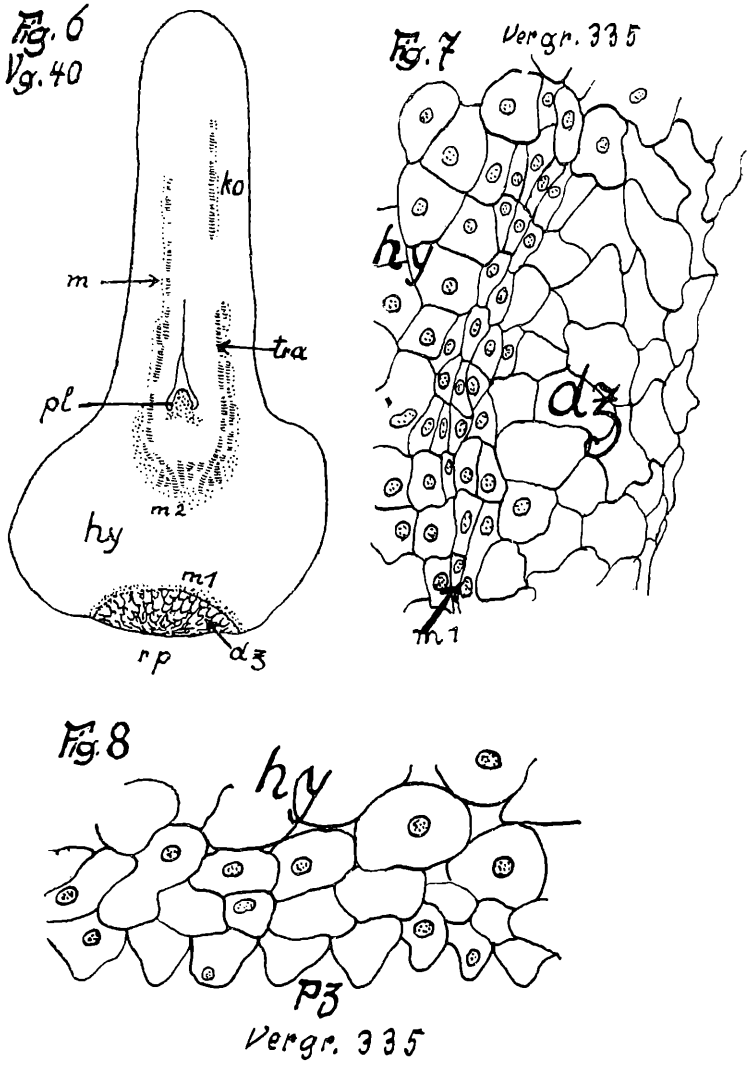
### Anlage des Haustoriums.

Der gute Keimungserfolg an den kleinen Eichen machte es mir möglich, die einzelnen Stadien der Anlage des Haustoriums an mehreren Objekten zu verfolgen. Erst sei noch bemerkt, daß die Längsachse sämtlicher Samen parallel zur Längsachse des Wirtszweiges, beziehungsweise der Brettchen gestellt war. Den Keimungsbeginn veranschaulicht Fig. 6. Diese zeigt die fast vollständig verwachsenen Kotyledonen *(ko)*, an denen der Spalt oder der Plumula *(pl)* gut zu sehen ist, und den Hypokotyl *(hy)*. Letzterer begann bei Eintritt der Keimung gleichmäßig in die Dicke zu wachsen und

---

[1] A. a. O., p. 513.
A. a. O., p. 28.
A. a. O., p. 512.
[4] A. a. O., p. 320 (»Methoden der Aufzucht«).
[5] »Warum die Samen anderer Pflanzen auf Mistelschleim nicht oder nur schlecht keimen«, Sitzungsber. d. Akad. d. Wiss., Wien, math.-nat. Kl., 1. Abt., Bd. 126, 1917.
[6] A. a. O., p. 505.

verließ dabei das Endosperm. Die Vergrößerung des Hypokotyls besorgten hauptsächlich seine peripheren Zellagen, welche in Teilung begriffen waren. Sie verloren später den meristematischen Charakter. Fig. 8 zeigt ein peripheres Teilstück des Hypokotyls; man sieht, daß




die oberflächlich gelegene Zellage papillös ausgewachsen ist. Am jungen Hypokotyl war diese zart und farblos, am älteren verdickte sich die Außenwand dieser Zellen stark und nahm rotbraune Färbung an, die auch im Alkoholmaterial erhalten blieb. Der radikulare Pol (Fig. 6, *rp*) wies sehr deutlich eine ganze Gruppe desorganisierter Zellen *(dz)* auf, die sich an dieser Stelle, aber in kleinerer Zahl,

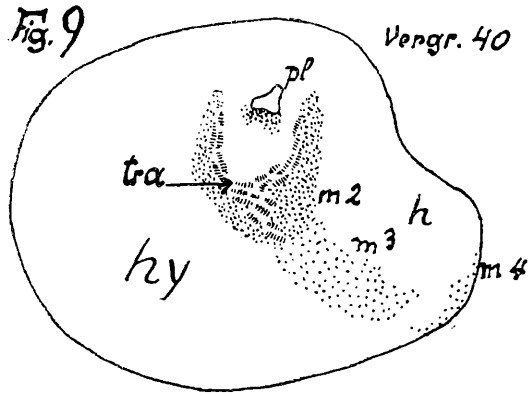
© Verlag Akademie der Wissenschaften Wien; download unter www.biologiezentrum.at

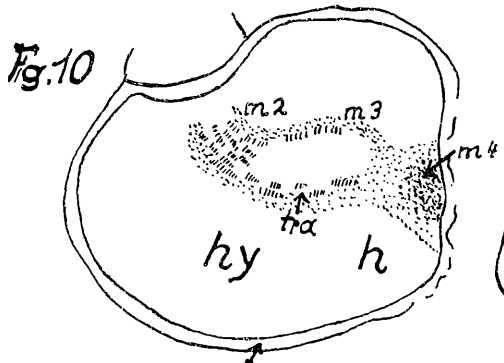
schon an vielen ungekeimten Samen vorfanden. Sie unterschieden sich von den übrigen Zellen des Hypokotyls durch ihre Größe und den mangelnden Zellinhalt. Manche von ihnen ließen noch den Kern und etwas Stärke erkennen. Auch Sperlich[1] hob bei seinen Angaben über die Keimung von *Loranthus*-Samen diesen Gewebezerfall eigens hervor. (Seine Versuche wurden, wie schon erwähnt, im Dunkeln, und zwar auf Brettchen vorgenommen.) Er schreibt darüber folgendes: »Für *Loranthus europaeus* zeigt Fig. 20, *A* ganz deutlich, daß dessen ruhendes Hypokotyl am Radikularende ein durch Desorganisation peripherer Zellschichten etwa bis zum Plerom entstehendes Gewebeloch besitzt, das bei der Keimung durch Schwellung des Hypokotyls (Fig. 20, *B*) erweitert und zur Austrittspforte für das Primärhaustorium wird (Fig. 21, *C*).« Was die letzte Angabe betrifft, ergaben meine Untersuchungen ein anderes Resultat. An sämtlichen gesunden Keimlingen fand ich, daß gleich bei Beginn der Keimung zwei bis drei normale Zellreihen (Fig. 6, 7, $m_1$), welche die desorganisierten nach oben begrenzten, meristematischen Charakter annahmen, so daß der Hypokotyl an dieser Stelle wieder durch vollständig intakte Zellen abgeschlossen wurde. Fig. 7 gibt bei stärkerer Vergrößerung einen Teil des abgestorbenen Gewebes *(dz)* samt den angrenzenden meristematischen Zellen ($m_1$) des Hypokotyls wieder. In späteren Stadien erwies sich nur mehr die unmittelbar an die zerfallenden Zellen stoßende Lage als kleinzellig. Das abgestorbene Gewebe wurde nach und nach abgestoßen, das dadurch entstandene Gewebeloch aber durch die Tätigkeit des Meristems ($m_1$) ganz ausgefüllt, so daß an älteren Keimlingen nichts mehr von demselben zu sehen war. Ein Durchbrechen der desorganisierten Zellen durch das »Primärhaustorium«, wie Sperlich[2] dies angibt, wird vermutlich nur ausnahmsweise, und zwar dann stattfinden, wenn die Samen mit dem radikularen Pol aufstehend auf der Unterlage keimen, da in diesem Fall der Hypokotyl voraussichtlich keine Biegung erfahren würde (vergleiche spätere Stadien) und der Haustorialfortsatz nur über das Gewebeloch in den Wirt gelangen könnte. Gewöhnlich aber legen sich die Samen mit ihrer Längsachse der Unterlage an.

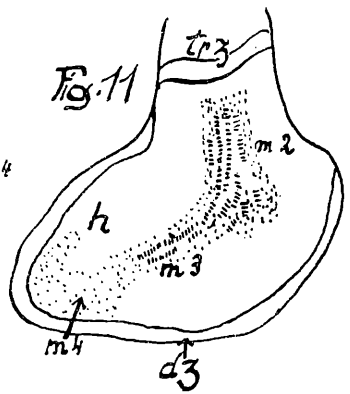
In dem in Fig. 6 dargestellten Stadium fand sich unterhalb der Plumula *(pl)* als Fortsetzung der Leitstränge *(tra)* der Kotyledonen ein Knoten wasserleitender Elemente, der Herd der Tracheiden des Hypokotyls und des extramatrikalen Teiles des Haustoriums (siehe nächstes Stadium) einerseits, der leitenden Elemente des Sprosses anderseits. Die an ein Meristem erinnernden, möglicherweise aber Phloemelementen entsprechenden Zellen *(m)*,[3] welche die Stränge der Keimblätter begleiteten, verliefen auch im Hypokotyl am Außen-

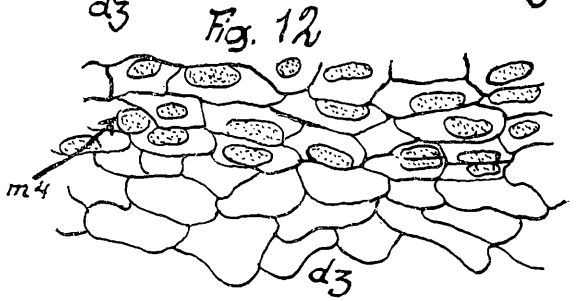
[1] A. a. O., p. 28.
[2] A. a. O., p. 28.
[3] Die Meristeme, respektive die an solche erinnernde Zellen, welche die Tracheiden begleiten, sind an den abgebildeten Keimungsstadien durch Punktierung angedeutet.

rande der Tracheiden und vereinigten sich ebenfalls unterhalb des Sproßvegetationspunktes *($m_2$)*. An einem etwas vorgeschritteneren Keimungsstadium,[1] dessen zentraler, longitudinaler Hypokotyldurch-




schnitt in Fig. 9 abgebildet ist, konnte man schon mit freiem Auge deutlich ein Auswachsen des Hypokotyls nach der Seite des Sub-

[1] Der Hypokotyl dieses Objektes trennte sich bei Entfernung des Schleimes von den Kotyledonen, was den Schluß nahelegte, daß zwischen Hypokotyl und Keimblättern eine Trennungszone *(trz)*, die in der schematischen Fig. 11 gut hervortritt, ausgebildet war.

© Verlag Akademie der Wissenschaften; download unter www.biologiezentrum.at

strates erkennen. Die mikroskopische Untersuchung bestätigte obige Wahrnehmung. Ein direkter Kontakt mit dem Wirt fand noch nicht statt, da eine relativ mächtige gelatinöse Masse Wirt und Parasit trennte. Nach viel späteren Keimungsstadien zu schließen — ein solches zeigt Fig. 13 — ist in der seitlichen Protuberanz des Hypokotyls in Fig 9 *(h)* ein Teil des Haustoriums, nämlich der außerhalb des Wirtes liegende, extramatrikale, zu erblicken.[1] In diesem ließ sich anschließend an $m_2$ (Fig. 9) ein Meristem $m_3$ verfolgen, das mehr minder in der Achse der seitlichen Auszweigung zog, aber nicht ganz den Rand erreichte. Es dient hauptsächlich der Vergrößerung des extramatrikalen Teiles des Haustoriums, wohl aber auch der Bildung von Tracheiden. In derselben Fig. 9 ist auch die Anlage des in den Wirt eindringenden Teiles des Haustoriums, des Haustorialfortsatzes, angedeutet. Nahezu peripher, nur wenige Zelllagen unter der Oberfläche konnte ich an der dem Wirt nächstliegenden Flanke, ohne jede Beziehung zum Gewebeloch, die Anlage eines Meristems *($m_4$)* beobachten, das stellenweise zwei bis drei Reihen meristematischer Zellen aufwies und in diesem Entwicklungsstadium noch nicht mit dem Meristem $m_3$ in Verbindung war. Fig. 12 gibt bei stärkerer Vergrößerung einen Teil des Meristems *($m_4$)* wieder. Die äußersten Zellreihen des Hypokotyls und der Auszweigung desselben — im Maximum waren es fünf — bestanden stets aus abgestorbenen Zellen (Fig. 10, 11, 12, *dz*). Auf Grund des Vergleiches mit späteren Keimungsstadien geht hervor, daß die Neubildung *($m_4$)* die Anlage des in den Wirt eindringenden Haustorialfortsatzes darstellt. Das Meristem, welches den Primärfortsatz des Haustoriums bildet, entsteht somit endogen, und zwar sehr nahe der Peripherie. In einem noch weiter fortgeschrittenen Stadium (Fig. 10) hatte der Parasit bereits festen Anschluß an den Wirt erreicht. Der Kontakt war aber noch durch die peripheren, abgestorbenen Zellen unterbrochen. Vom Tracheidenknoten unterhalb der Plumula aus sah man im Längsschnitt zwei Tracheidenstränge *(tra)*, stets begleitet von meristemähnlichen Zellen, in die dem Eichenast zugewandte Ausbuchtung des Hypokotyls ziehen. Wie Querschnitte durch den Hypokotyl und den extramatrikalen Teil des Haustoriums an älteren Keimungsstadien zeigten, ist aber die Zahl der Tracheidenstränge, wenigstens an ausgebildeten Objekten, erheblich größer als zwei. Das in Fig. 9 nur wenige Zellreihen umfassende Meristem *($m_4$)* hatte sich in dem Stadium, das Fig. 10 vorführt, zu einem dichten Zellkomplex vermehrt. Die Zellen desselben suchten, wie die Schnittserie an verschiedenen Objekten ergab, in den Wirt einzudringen. An dem gezeichneten Schnitt tritt dies weniger hervor, an anderen aber war die Kontaktstelle mehr oder weniger wellenförmig.

Die Eichen im Südhaus waren infolge schlechter Bewurzelung und vor allem wegen großer Hitze eingegangen; keiner der Keimlinge war daher in das Holz eingedrungen, sie zeigten vielmehr,

[1] Vergleiche Fig. 13, *h*.

obwohl sie bis anfangs April noch grün waren, Mitte des genannten Monats deutliche Zeichen des Verfalles.

Nun möchte ich nochmals kurz auf das Objekt in Fig. 11 verweisen. Dieser im Dunklen gekeimte, allem nach gesunde Same von *Loranthus europaeus* zeigte ein unverkennbares Auswachsen nach der Seite des Brettchens. Eine Wirkung des Lichtes, die bekanntlich bei *Viscum album*, aber auch bei anderen Loranthaceen[1] [2] die Orientierung beeinflußt, ist hier ausgeschlossen. Es käme daher Kontaktreiz in Frage, doch läßt sich aus dem einen Objekt kein sicherer Schluß ziehen. Bei dieser Gelegenheit möchte ich auf die Verschiedenheit der Keimlinge von *Loranthus*-Arten etwas näher eingehen. Keeble's Arbeit bietet, obwohl sie keine entwicklungsgeschichtlichen Studien, sondern nur makroskopische Beobachtungen an Keimlingen verschiedener *Loranthus*-Arten enthält, in dieser Hinsicht mannigfache Beispiele. So verläßt im Gegensatz zu *Loranthus europaeus* der anschwellende Hypokotyl von *Loranthus Hookerianus* und *Loranthus Gardeneri* bei der Keimung das Endosperm nicht, anderseits wächst er bei *Loranthus loniceroides* und *Loranthus capitellatus* lang aus, so daß man beim Anblick der Fig. 6 und 12, Taf. 11, in Keeble's Arbeit[3] unwillkürlich an Mistelkeimlinge erinnert wird. Keimlinge des tropischen *Loranthus pentandrus*, die sich in der Institutssammlung[4] finden, haben hinwiederum große Ähnlichkeit mit denen von *Loranthus europaeus*. Ihr Hypokotyl ist wie bei diesem kurz und dick.[5] Aus dieser wechselnden Ausbildung, besonders der ungleichen Länge der Hypokotyle verschiedener *Loranthus*-Keimlinge ist leicht einzusehen, daß auch Variationen in der Reaktionsfähigkeit auf äußere Reize vorhanden sein dürften und sich die Hypokotyle verschiedener *Loranthus*-Arten in bezug auf Reizperzeption und Reaktion gegenüber Licht und Schwere ungleich verhalten werden. So konnte Keeble am kurzen Hypokotyl von *Loranthus Hookerianus* gar keine Krümmung wahrnehmen, während der lange Hypokotyl von *Loranthus loniceroides* mannigfache Krümmungen ausführt und, falls keine Haftgelegenheit in der Nähe ist, Sucherbewegungen macht wie eine Ranke. Der Hypokotyl von *Loranthus europaeus* schlägt den Mittelweg zwischen diesen beiden Extremen ein. Er erfährt einerseits eine deutliche Biegung nach der Seite des Substrates, anderseits gestattet ihm seine Kürze keine so große Bewegungsfreiheit, wie es bei dem von *Loranthus loniceroides* der Fall ist. Zu erwähnen ist, daß Keeble[6]

[1] Heinricher, O. (»Keimung und Entwicklungsgeschichte der Wacholdermistel«).

[2] Keeble F. W., »Observations on the Loranthaceae of Ceylon«. The Transactions of the Linnean Society of London 2nd Serie, Botany, Vol. 5, Part 3, 1896.

[3] A. a. O.

[4] Diese Keimlinge wurden Pasir Datar (Java) von Prof. Heinricher gesammelt.

[5] Die Verschiedenheit der Keimlinge tropischer Loranthaceen erhellt auch aus der interessanten, erst jüngst in den Annales du Jardin Botanique de Buitenzorg (Vol. XXXVIII) erschienenen Abhandlung Docters Van Leeuwen's. *Elytranthe globosa* bildet einen sehr lang auswachsenden Hypokotyl.

[6] A. a. O., p. 108.

© Verlag Akademie der Wissenschaften Wien; download unter www.biologiezentrum.at

annimmt, daß keine geotropischen, sondern nur negativ phototropische Reaktionen und Nutationen an den Hypokotylen stattfinden. Er schreibt: »Though it is perfectly true, that the hypokotyls of such members of the genus *Loranthus* as *Loranthus loniceroides* are. negatively heliotropic and ageotropic, yet an important means in addition to the negative heliotropism, whereby the curvature of the hypocotyl is brought about, is the nutation, wich occurs in these hypokotyls.« Dies ist einigermaßen zu bezweifeln, denn den Mangel geotropischer Empfindlichkeit hat man auch lange von *Vicum album* behauptet. Heinricher[1] aber zeigte, daß sogar dreierlei negativ geotrope Reaktionen an der Mistelpflanze nachzuweisen sind. Eine betrifft den hier in Frage kommenden Hypokotyl. Bald nach der ersten Keimung ist an den wachsenden Embryonen der bekannte negative Phototropismus am Hypokotyl zu beobachten. Dieser »ist aber vorübergehend, klingt aus und wird dann durch eine Periode negativ geotroper Reizbarkeit abgelöst.«[2] Steht den Mistelkeimlingen in der Periode des negativen Phototropismus eine Haftgelegenheit zur Verfügung, so tritt der später einsetzende negative Geotropismus des Hypokotyls nicht deutlich hervor, obwohl ein solcher vorliegt. Heinricher[3] konnte bei Keimlingen der Mistel, welche auf eine rauhe Platte ausgelegt waren und sich daher während der negativ phototropen Reaktion befestigt hatten, als Wirkung des negativen Geotropismus eine Hebung des Samens, der früher flach der Platte anlag, bemerken. Keimlinge, welche auf einer glatten Platte ausgelegt waren, zeigten dagegen schließlich eine deutliche negativ geotrope Orientierung. Die Hypokotyle stellten sich, bei Ober- und Seitenlicht mit dem Haftscheibenpol nach oben, ± lotrecht ein. So dürfte auch bei Keimlingen tropischer Loranthaceen mit langen Hypokotylen an diesen neben phototroper auch geotrope Reizbarkeit nachweisbar sein.

Als Abschluß meiner Ausführungen über die Keimung und erste Entwicklung des Haustoriums von *Loranthus europaeus* möchte ich noch ein Keimungsstadium vorführen, in dem der Haustorialfortsatz bis zum Wirtholz vorgedrungen ist. Fig. 13[4] zeigt einen medianen Längsschnitt durch das Haustorium und einen Querschnitt durch den Wirt. Der ungeteilte Einbruch des Primärfortsatzes in den Nährast ist ohne weiteres ersichtlich. Dies ist zu betonen, weil Sperlich[5] für *Loranthus europaeus* (seine Versuche bezogen sich aber, wie schon erwähnt, auf Brettchenkulturen im Dunkeln) die deutliche Gabelung des Haustorialfortsatzes als charakteristisch hervorhebt und ferner annimmt, daß diese Eigenschaft allgemein dem Haustorium der San-

[1] A. a. O., p. 321. »Methoden der Aufzucht.«
[2] Dasselbe.
[3] A. a. O., p. 323, Fig. 94, *a*, *b* (»Methoden der Aufzucht«).
[4] Erklärung der Buchstaben in Fig. 13. (Wirtsgewebe ist mit Großbuchstaben, Parasitengewebe mit Kleinbuchstaben bezeichnet.) *M* = Mark, *H* = Holz, *R* = Rinde, *B* = Bastfasern, *P* = Periderm, *zG* = zerdrücktes Wirtsgewebe, *hy* = Rest des Hypokotyls, *h* = extramatrikaler Teil des Haustoriums, *hf* = Haustorialfortsatz oder intramatrikaler Teil des Haustoriums, *tra* = Tracheiden, *tr* = Trennungsfalten.
[5] A. a. O., p. 29.

talales zukommt. Bezüglich letzterer Behauptung äußert sich Heinricher in seiner Arbeit »Über die Anschlußverhältnisse der *Loranthoideae* an die Wirte«[1] wie folgt: »Soweit meine Kenntnisse reichen, ist die von Sperlich in Linsbauer's ‚Handbuch der Pflanzenanatomie', Bd. IX./2 (in seiner Abhandlung ‚Die Absorptionsorgane der parasitischen Samenpflanzen', p. 29), vertretene Ansicht, ‚daß eine gewiß allgemeine Eigenschaft des Haustoriums der Santalales seine Gabelung sei', unhaltbar.« Obgleich ich eine ziemlich große Zahl Keimlinge von *Loranthus europaeus* und ferner solche tropischer *Loranthus*-

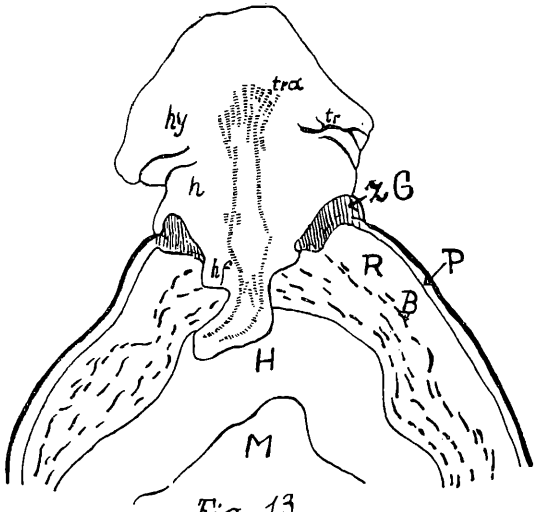


Fig. 13

Arten, deren Beschreibung in einer weiteren Arbeit, an anderem Orte folgen wird, untersuchte, konnte ich die Gabelung des eindringenden Haustorialfortsatzes nie beobachten.

Kurz zusammengefaßt sind die Ergebnisse über Keimung und erste Entwicklung von *Loranthus europaeus* folgende:

1. Zur Aussaat sollen möglichst frische Beeren verwendet werden, in denen der Schleim noch mehr dünnflüssig ist.

2. Für das dauernde Haften des Samens am Wirt ist eine gelatinöse, braune, klebrige Masse am Radikularende von Bedeutung.

3. Die Möglichkeit der Keimung von *Loranthus*-Samen im Dunkeln wurde neuerlich bestätigt.

4. Die Keimungsversuche sprechen dafür, daß den Samen von *Loranthus europaeus* eine erblich inhaerente Ruheperiode fehlt. Vermutlich liegen hier die Verhältnisse ähnlich wie bei der Mistel *(Viscum album)*.

5. Überschreiten der Temperatur bis über 40° schadet, im Gegensatz zur Mistel, den Keimlingen von *Loranthus europaeus* nicht.

[1] p. 301 (Fußnote).

6. Die Kotyledonen sind, bis auf einen kleinen Spalt ober der Plumula, verwachsen, werden nicht entfaltet, sondern dienen der Aussaugung des Endosperms und werden schließlich samt dem Endospermrest und dem Endokarp abgeworfen.

7. Der Hypokotyl wächst bei Beginn der Keimung gleichmäßig in die Dicke, verläßt dabei das Endosperm, bleibt gedrungen, erfährt aber eine deutliche Biegung gegen die Unterlage. In dieser seitlichen Protuberanz ist das erste Stadium des extramatrikalen Teiles des Haustoriums zu erblicken. In ihm, also endogen, erfolgt die Anlage des intramatrikalen Teiles des Haustoriums, des Haustorialfortsatzes. Er entsteht sehr nahe der Peripherie aus einem eigenen Meristem, das sich später mit dem der Hypokotylauszweigung vereinigt.

8. Am radikularen Pol des Keimlings (am Hypokotyl) ist schon vor der Keimung öfters, stets aber später, durch Verfall von Gewebe eine Lücke vorhanden. Weiterhin wird sie aber durch ein entstehendes Meristem wieder ausgefüllt. Die von Sperlich ausgesprochene Ansicht, daß die Lücke zur »Austrittspforte« für das Haustorium wird, hat sich nicht bestätigt und trifft wenigstens gewöhnlich nicht zu.

9. Der Haustorialfortsatz dringt ungeteilt in den Wirt ein. Das ist besonders hervorzuheben, weil von anderer Seite ausgesprochen wurde, daß die Gabelung des eindringenden Haustoriums für *Loranthus europaeus* und allgemein für die Santalales charakteristisch sei.

10. Der Vergleich mit dem, was über die Keimung tropischer Loranthaceen bekannt ist, ergibt, daß die Gestaltung der Keimlinge schon innerhalb der Gattung *Loranthus* weitgehende, den Hypokotyl betreffende Unterschiede aufweist.